

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления литейной формы

Обучающийся	<u>Н.А. Бурыцков</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г Левашкин</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Аннотация

Технологический процесс изготовления литейной формы. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2022.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления литейной формы для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

В выпускной квалификационной работе произведено:

- определение функционального назначения детали;
- определены стратегические особенности технологии изготовления детали, на базе массовых и количественных характеристик;
- разработана последовательность технологических методов воздействия на свойства и размеры детали;
- определение оптимального оснащения технологии необходимыми типами оснастки и инструмента;
- определение параметров отдельных операций;
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка зажимной оснастки;
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка инструмента;
- проведён расчет показателей экономической эффективности технологического процесса.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 52 страниц, содержащую 19 таблиц, 8 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	6
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор СТО.....	18
2.5 Разработка технологических операций.....	20
3 Расчет и проектирование робототехнического комплекса	22
3.1 Проектирование общей компоновки робототехнического комплекса (РТК).....	22
3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота портального типа.....	27
3.3 Проектирование кантователя.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
5 Экономическая эффективность работы.....	38
Заключение.....	43
Список используемых источников.....	45
Приложение А Маршрутная карта.....	48
Приложение Б Операционные карты.....	51

Введение

Машины для литья под давлением выполняют широкий спектр механических перемещений с различными характеристиками. Открытие формы - это высокоскоростное движение с малой силой, а закрытие формы - высокоскоростное движение с большой силой. Пластификация требует высокого крутящего момента и низкой скорости вращения, в то время как впрыскивание требует высокого усилия и средней скорости. Для приведения в действие этих движений необходим источник движущей силы. Современная машина для литья под давлением практически всегда представляет собой автономное устройство, включающее собственный источник питания. Раньше, такая машина, работала от централизованного источника, обслуживающего весь цех или завод. В этом отношении машины для литья под давлением претерпели те же метаморфозы, что и станки.

Литье металла под давлением - это процесс, который использует широкие возможности технологии литья под давлением для изготовления конструкционных металлических компонентов. В отличие от формования термопластов, где формованный компонент часто является конечным продуктом, эти компоненты впоследствии должны подвергаться термической обработке для удаления полимеров и спекания, уплотненного в конструкционные компоненты. Как термопластичные, так и литье под давлением конструкционных металлических материалов используют температуру и давление для формирования компонентов, за счет литейной формы.

Тогда, цель бакалаврской работы является актуальной и может быть сформулирована следующим образом: изготовление литейной формы с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

«Данная деталь – литейная форма служит для образования в литейной форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размерам отливки. В большинстве моделей предусматриваются дополнительные (по отношению к конфигурации отливки) части, называемые знаками, которые образуют в литейной форме базы (гнезда) для простановки стержней.» [24]

Данная деталь работает в условиях постоянных значительных нагрузок, повышенной температуры, не в агрессивных средах, поэтому ее изнашивание происходит медленно. Литейная форма по изготовлению является точной деталью, имеет очень точные поверхности и малую шероховатость. Для изготовления литейных форм, исходя из технических требований, применяют сталь 4Х5МФС, которая обладает высокой прочностью, хорошей обрабатываемостью и малой чувствительностью к концентрации напряжений. Ниже в таблице 1 и таблице 2 указаны основные свойства и состав данной стали. [15], [20]

Таблица 1 – Основные характеристики стали 4Х5МФС.

Сортамент	Твердость, НВ	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Плита	220-240	1710	5,4

Таблица 2 – Хим. состав стали 4Х5МФС.

Хим. элемент	Fe	C	Cu	Si	Mo	Mn	Ni	V	Cr	P	S
% содержания	Остальное, примерно 90	0,32-0,4	0,3	0,9-1,2	1,2-1,5	0,2-0,5	до 0,35	0,3-0,5	4,5-5,5	до 0,03	до 0,03

1.2 Классификация поверхностей детали

«Необходимость классификации поверхностей проистекает из необходимости определиться с назначением каждой поверхности. Далее, на основании этого, можно будет эффективно спроектировать необходимый маршрут обработки для каждой из поверхностей. Ниже, на рисунке 1 показан общий вид детали, а в таблице 3 приведена классификация поверхностей.» [25]

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	1
Вспомогательные конструкторские базы	8
Исполнительные	2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,35
Свободные	остальные

1.3 Технологичность детали

В виде таблицы 4, приведенной ниже, проведем анализ технологичности, позволяющий установить особенности обработки данной детали. Кроме этого, данный анализ позволяет установить тип средств производства и необходимой оснастки для изготовления детали, установить проблемные моменты, которые увеличивают стоимость изготовления, продумать пути устранения или снижения влияния данных факторов. Таким образом, можно сказать, что всесторонний анализ технологических параметров, формирует особенности по организации производства детали.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали [9], [11]

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = Mд/Mз$	$K_{и.м.} = 177,44/409,7 = 0,43$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Qэ$	$K_{у.э.} = 12/35 = 0,34$

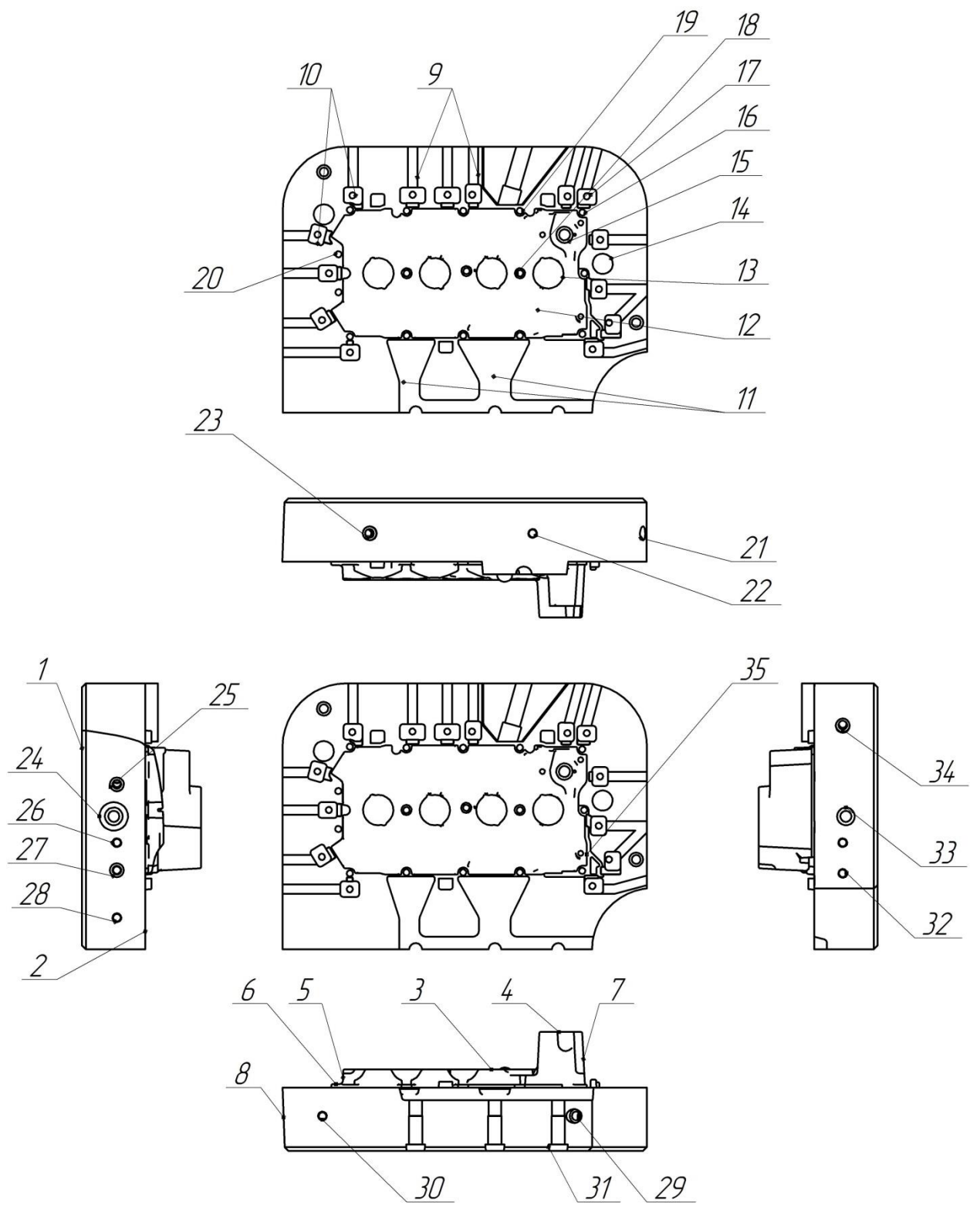


Рисунок 1 – Общий вид литейной формы

Продолжение таблицы 4

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент точности	$K_{тч}=1-1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1-(1/7,37)=0,86$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш}=1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/1,63=0,61$

Данные определенные в таблице 4 говорят о том, что данная деталь обладает достаточно высокими точностными показателями, которые являются оптимальными, с точки зрения конструкции детали и ее назначения. С точки зрения шероховатости и унификации, можно сказать, что специального инструмента, оснастки и оборудования не требуется.

Вывод: анализируемая деталь - «Литейная форма», показывает высокую степень технологичности, таким образом, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Одним из самых эффективных способов, достижения какой либо цели, является разбитие ее на ряд задач, последовательное решение которых приведет к достижению цели. В качестве таких задач могут выступать разделы настоящей работы, представленные в разделе – «Содержание». Рассмотрим последовательно данные задачи.

Задача анализа данных, представленных в задании, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- определение функционального назначения детали;
- анализ назначения отдельных элементов детали (поверхностей);
- всесторонний анализ технологических параметров, формирующий особенности по организации производства;
- выполнение чертежа детали.

Задача формирования технологии изготовления детали, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- определение стратегических особенностей технологии изготовления детали, на базе массовых и количественных характеристик;

- разработка последовательности технологических методов воздействия на свойства и размеры детали, представление его в работе в виде подробного плана по обработке;

- проектирование и определение исходного полуфабриката для изготовления детали, разработка его чертежа;

- определение оптимального оснащения технологии необходимыми типами оснастки и инструмента;

- определение параметров отдельных операций, исходя из представленной в литературе информации, выполнение чертежей наладок.

Задача разработки средств оснащения, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- в соответствии с принятыми методиками выполнить разработку зажимной оснастки, выполнить ее чертеж;

- в соответствии с принятыми методиками выполнить разработку инструмента, выполнить его чертеж.

Задача обеспечения безопасности, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- определение опасностей;

- определение мер безопасности, определение технических средств реализующих данные меры.

Заключительной задачей для достижения цели является обоснование эффективности предложенной технологии по методологии определения экономической эффективности.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [14]. Согласно задания - программа составляет 50 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 170 кг. Применяя методику [14] тип производства определяем, как среднесерийный.» [14]

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 4.

«Таблица 4 – Показатели стратегии производства»

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	10-20» [14]

2.2 Выбор метода получения заготовки

Предварительный выбор вида заготовки проведен по таблицам 3.1...3.4 [4].

По таблице 3.1 [4] для марки конструкционной стали 4X5МФС определен код – 6.

По таблице 3.2 [4], согласно, основных признаков детали, определенных по рабочему чертежу, определен код конструктивной формы – 10.

По таблице 3.3 [4], определен код серийности: для плиты – 1.

По таблице 3.4 [4], определен диапазон плит по массе – 4.

Ниже в таблице 5 по методике [3], проведем стоимостной анализ предполагаемых вариантов получения заготовок.

«Таблица 5 – Расчет стоимости заготовок

Метод получения заготовки	Масса детали, кг	Масса заготовки, кг	Стоимость одного килограмма заготовки, руб.	Стоимость механической обработки, руб.	Стоимость одного килограмма отходов, руб.	Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.
плита	177,44	409,7	72	160,5	1,4	64547,5
литье в землю	170	354,5	130	106	1,4	65200» [3]

«Анализирую данные, представленные в таблице 5, можно сделать вывод о том, что в качестве метода получения заготовки для данной детали предпочтительнее всего выбрать метод изготовления из плиты - проката, как более дешевый.

Тогда, условная годовая экономия будет определяться по формуле (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_1} - C_{T_2}) \cdot N \quad (1)$$

где C_{T_2} , C_{T_1} – технологические себестоимости изготовления заготовки, руб.;

N – годовая программа выпуска заготовок, шт./год.

Подставим требуемые данные в формулу (1):

$$\Delta = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N = (65200 - 64547,5) \cdot 1000 = 32625 \text{ руб.}$$

Таким образом, применение в качестве метода получения заготовки – из плиты - проката, позволяет получить условную годовую экономию в размере – 32625 рублей». [3].

2.3 Разработка ТП изготовления детали

Рассмотрим последовательно технологию обработки каждой из поверхностей. [5], [16]

Поверхность 1 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 7 качества, при шероховатости $Ra_{2,5}$.

Поверхность 2 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости $Ra_{0,32}$.

Поверхность 3 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости $Ra_{0,32}$.

Поверхность 4 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 5 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 6 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 7 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 8 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 9 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 10 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 11 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 12 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 13 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 14 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 15 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 16 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 17 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 18 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 19 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 20 – фасонная. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32.

Поверхность 21 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 22 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 23 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 24 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 25 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 26 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 27 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 28 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 29 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая

обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 30 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 31 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 32 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 33 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 34 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 35 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем фрезерование черновое, затем фрезерование получистовое, затем фрезерование чистовое, термическая обработка, после этого полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,32. [1], [12]

Ниже, в таблице 6 представлена технология изготовления данной детали.

Таблица 6 – Технологический процесс обработки детали

Номер операции	Наименование операции	Технологический переход
000	Заготовительная	Прокат-плита
010	Фрезерная	Фрезерование по программе, сверление
020	Моечная	Очистка поверхностей
030	Контрольная	Контроль
040	Кантовочная	Смена положения детали
050	Фрезерная	Фрезерование по программе, сверление
060	Моечная	Очистка поверхностей
070	Контрольная	Контроль
080	Термическая	Закалка, отпуск, карбонитрирование
090	Моечная	Очистка поверхностей
100	Контрольная	Контроль
110	Полировальная	Полирование рабочего контура
120	Моечная	Очистка поверхностей
130	Контрольная	Контроль

2.4 Выбор СТО

В данном разделе необходимо для каждой операции и перехода подобрать такое оборудование, инструмент и измерительный прибор, чтобы с минимальными затратами средств и времени обеспечить выпуск продукции требуемого качества. Выбор средств представлен в таблице 7. [6], [8], [13]

Таблица 7 – Средства технологического оснащения

Номер операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
000	-	-	-	-
010	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Зажимное приспособление	Переход 1, 2, 3. Фреза торцевая диаметр 63 Переход 4. Сверло со сменными твердо сплавными пластинами диаметр 14	Приспособление для контроля специальное

Продолжение таблицы 7

Номер операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
-	-	-	Переход 5. Сверло диаметр 22	-
			Переход 6. Сверло со диаметр 28	
			Переход 7. Сверло диаметр 17,5	
			Переход 8. Сверло диаметр 45	
020	Моечная машина	-	-	-
030	Стол контрольный	-	-	-
040	Кантователь	-	-	-
050	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Зажимное приспособление	Переход 1, 2, 3. Фреза торцевая диаметр 63	Приспособление для контроля специальное
			Переход 4. Фреза концевая диаметр 20	
			Переход 5. Фреза концевая сферическая диаметр 10	
			Переход 6. Фреза концевая сферическая диаметр 4	
			Переход 7. Фреза концевая сферическая диаметр 2	
			Переход 8. Сверло диаметр 8	
			Переход 9. Сверло диаметр 16	
			Переход 10. Сверло диаметр 48	

Продолжение таблицы 7

Номер операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
			Переход 11. Сверло диаметр 10	
			Переход 12. Сверло диаметр 32	
			Переход 13. Сверло диаметр 22	
060	Моечная машина	-	-	-
070	Стол контрольный	-	-	-
080	Установка для термообработки	-	-	-
090	Моечная машина	-	-	-
100	Стол контрольный	-	-	-
110	Полировальное оборудование и инструмент	-	-	-
120	Моечная машина	-	-	-
130	Стол контрольный	-	-	-

2.5 Разработка технологических операций

Нормы времени на выполнение операций и режимы времени определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 8. [17], [18]

Таблица 8 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Число оборотов n, об/мин	Подача S, мм/мин	Штучное время T _{шт} , мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 8

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмент а Т, мин	Число оборотов n, об/мин	Подача S, мм/мин	Штучное время T _{шт} , мин
010	Фрезерная	1	240	2400	1700	142
		2	240	3600	800	
		3	240	6000	250	
		4	240	400	160	
		5	240	400	160	
		6	240	400	160	
		7	240	400	160	
		8	240	400	160	
020	Моечная	-	-	-	-	5
030	Контрольная	-	-	-	-	4
040	Кантовочная	-	-	-	-	1
050	Фрезерная	1	240	2400	1700	765
		2	240	3600	800	
		3	240	6000	250	
		4	240	8000	250	
		5	240	8000	250	
		6	240	8000	250	
		7	240	8000	250	
		8	240	400	160	
		9	240	400	160	
		10	240	400	160	
		11	240	400	160	
050	Фрезерная	12	240	400	160	
		13	240	400	160	
060	Моечная	-	-	-	-	5
070	Контрольная	-	-	-	-	4
080	Термическая	-	-	-	-	-
090	Моечная	-	-	-	-	5
100	Контрольная	-	-	-	-	4
110	Полировальная	-	-	-	-	120
120	Моечная	-	-	-	-	5
130	Контрольная	-	-	-	-	4

Таким образом, можно сказать, что техпроцесс изготовления детали разработан, комплект чертежей, сопровождающий материалы, представленные в данном разделе, представлен в графической части работы.

3 Расчет и проектирование робототехнического комплекса

3.1 Проектирование общей компоновки робототехнического комплекса (РТК)

РТК для изготовления литейной формы имеет достаточно сложную организационную структуру. Наименование и количество технологических модулей представлено ниже в таблице 9. [2] [19]

Таблица 9 – Технологические модули РТК

№ модуля на схеме РТК	Наименование технологического модуля	Количество единиц
1	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	2
2	Моечная машина	1
3	Контрольно-измерительная машина	1
4	Автоматический штабелер	1
5	Автоматизированный склад	1
6	Кантователь	1
7	Промышленный робот	6

Данные технологические модули показаны ниже на рисунке 2, на схеме РТК.

«Данные технологические модули должны работать согласовано в автоматическом режиме. Контроль и управления за работой РТК осуществляет оператор, которому оборудовано специальное рабочее место, за пределами работы движущихся частей РТК». [23]

«Деталь-представитель «Матрица подвижная левая» выполнена из труднообрабатываемой высоколегированной стали 4X5МФС, имеет габаритные размеры 580×450×200 миллиметров, масса заготовки 409,7 килограмма, масса детали 177,44 килограмма. Склад РТК рассчитан на загрузку ста деталей.» [23]

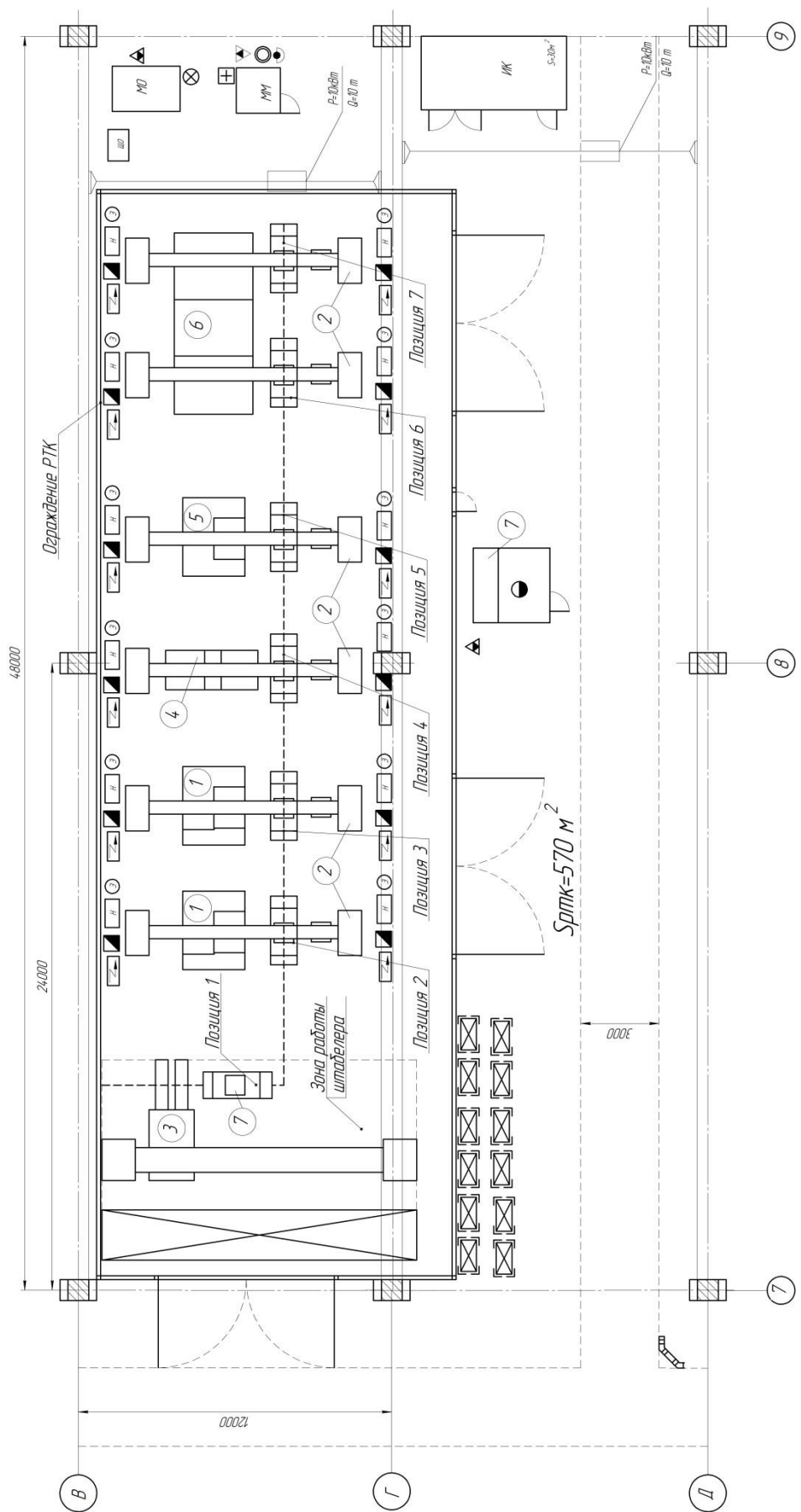


Рисунок 2 – Общая компоновка РТК

«Таким образом, все технологические модули, входящие в РТК, должны обеспечивать требуемую грузоподъемность и габариты рабочей зоны. Кроме этого, все технологические модули, входящие в РТК, должны обеспечивать требуемую производительность для реализации данной программы выпуска изделий.» [23]

«Для данного типа литейных машин все матрицы, для изготовления других деталей будут иметь сходные массово-габаритные характеристики, поэтому, данный РТК, может использоваться для изготовления других деталей данного класса, при минимальной переналадке, что обеспечит высокую степень загрузки данного РТК.» [23]

«Рассмотрим подробнее функционирование данного РТК. Заготовки при помощи электрокара в количестве ста штук загружают в автоматизированный склад для хранения заготовок и готовых деталей, через специальные ворота, во внешнем ограждении. После чего, ворота закрывают, и проверяют готовность РТК к работе. При получении сигналов о готовности к работе от всех модулей, входящих в РТК, оператор дает команду на начало работы.» [23]

«При получении команды, о начале работы роботизированная тележка передвигается в позицию 1, как показано на рисунке 2, и останавливается. Автоматический штабелер берет со склада заготовку и устанавливает на установочный элемент роботизированной тележки. Далее роботизированная тележка, с установленной на ней заготовкой перемещается в позицию 2, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий стол фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, и устанавливает ее, после чего возвращается в исходное положение. Заготовка, закрепляется в специальном автоматизированном приспособлении, после чего, производится обработка нижней и боковых частей матрицы, в соответствии с программой,

заложенной в обрабатывающий центр с ЧПУ. Обработка идет в течение 142 минут.» [23]

«После окончания обработки специальное автоматизированное приспособление разжимает заготовку, а промышленный робот портального типа, снимает заготовку со стола станка и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки.» [23]

«После этого, роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 020 «Моечная» в позицию 6, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент моечной машины. После этого, роботизированная тележка перемещается в позицию 7, как показано на рисунке 2, и останавливается, а моечная машина, осуществляет мойку и сушку заготовки в соответствии с ТП.» [23]

«После окончания мойки промышленный робот портального типа, снимает заготовку с рабочего элемента моечной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки. Роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 030 «Контрольная» в позицию 5, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент контрольно-измерительной машины.» [23]

«В соответствии с ТП контрольно-измерительная машина измеряет геометрические параметры заготовки. Если параметры заготовки, не соответствуют заданным, то есть заготовка бракована, то промышленный робот портального типа, снимает заготовку с рабочего элемента контрольно-измерительной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 1, как показано на рисунке 2, и останавливается. После этого, автоматический штабелер перемещает заготовку на склад, для последующей изоляции в брак.» [23]

«Если параметры заготовки, соответствуют заданным, то промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с рабочего элемента контрольно-измерительной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 4, как показано на рисунке 2, и останавливается. Таким образом, продолжается обработка заготовки, в соответствии с заданным ТП.» [23]

«Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий стол автоматического кантователя, операция 040 «Кантовочная». На данной операции кантователь переворачивает заготовку на 180 градусов. После переворота заготовки, промышленный робот порталного типа, снимает заготовку со стола кантователя и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 3, как показано на рисунке 2, и останавливается.» [23]

«Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий стол второго, операция 050 «Фрезерная», фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, и устанавливает ее, после чего возвращается в исходное положение. Заготовка, закрепляется в специальном автоматизированном приспособлении, после чего, производится обработка рабочих частей матрицы, в соответствии с программой, заложенной в обрабатывающий центр с ЧПУ. Обработка идет в течение 765 минут.» [23]

«После окончания обработки специальное автоматизированное приспособление разжимает заготовку, а промышленный робот порталного типа, снимает заготовку со стола станка и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки.» [23]

«После этого, роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 060 «Моечная» в позицию 6, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и

перемещает ее на рабочий элемент моечной машины. После этого, роботизированная тележка перемещается в позицию 7, как показано на рисунке 2, и останавливается, а моечная машина, осуществляет мойку и сушку заготовки в соответствии с ТП.» [23]

«После окончания мойки промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с рабочего элемента моечной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки. Роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 070 «Контрольная» в позицию 5, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент контрольно-измерительной машины.» [23]

«Если параметры заготовки, соответствуют заданным, то промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с рабочего элемента контрольно-измерительной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 1, как показано на рисунке 2, и останавливается. После этого, автоматический штабелер перемещает заготовку на склад, для последующей отправки на термообработку.» [23]

Более подробно чертеж компоновки РТК представлен в графической части данной бакалаврской работы.

3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота порталного типа

Общий вид промышленного робота показан на рисунке 3. Основные его конструктивные элементы, представлены ниже в таблице 10.

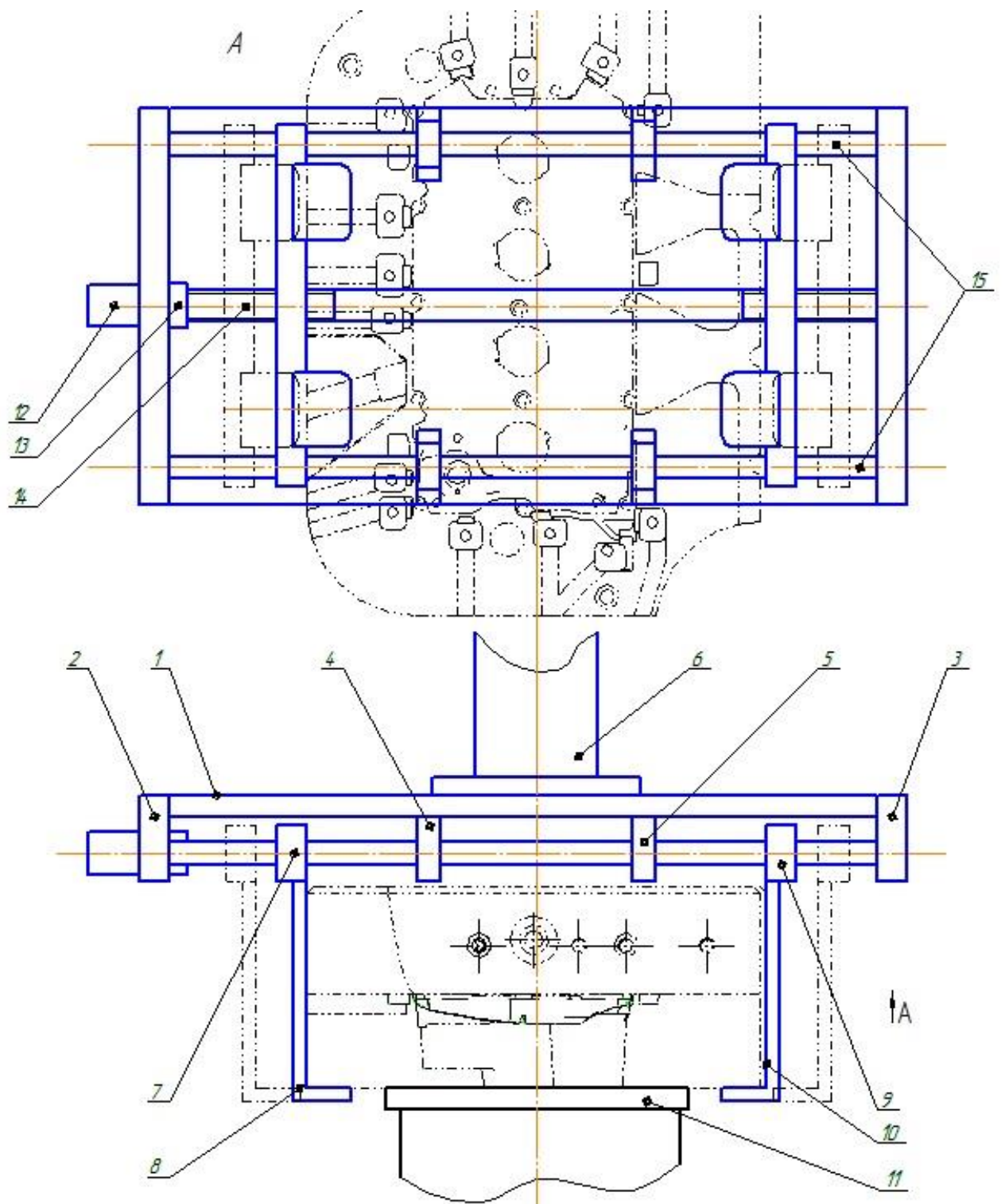


Рисунок 3 – Промышленный робот

Таблица 10 – Конструктивные элементы промышленного робота

Наименование элемента	№ позиции	Количество единиц
Опорная плита	1	1
Боковина неподвижная, левая	2	1
Боковина неподвижная, правая	3	1
Опора левая	4	1
Опора правая	5	1
Гидроцилиндр	6	1
Боковина подвижная, левая	7	1
Установочный элемент, левый	8	1
Боковина подвижная, правая	9	1
Установочный элемент, правый	10	1
Установочный стол роботизированной тележки	11	1
Двигатель	12	1
Муфта	13	1
Винт	14	1
Направляющие	15	2

«Крепление захватного устройства к порталу промышленного робота на рисунке 5 условно не показано. Движение захватного устройства вверх-вниз осуществляется при помощи гидроцилиндра 6. Захватное устройство работает следующим образом. При помощи гидроцилиндра 6, захватное устройство опускают вниз на необходимую величину. После этого, включается электродвигатель 12, который через муфту 13, сообщает вращательное движение винту 14. Винт 14 имеет резьбу на обоих концах, причем на одном конце резьба левая, а на другом правая. Поэтому сообщая вращательное движение винту, через резьбовые отверстия в боковинах 7 и 9, мы обеспечиваем перемещение, соединенных с ними установочных элементов 8 и 10 навстречу друг другу по направляющим 15, осуществляя, таким образом, крепление заготовки.» [22]

«После этого, при помощи гидроцилиндра 6, захватное устройство перемещается вверх, а привод портала перемещает захватное устройство, вместе с заготовкой в необходимое положение, после чего гидроцилиндр 6 опускает захватное устройство на необходимую величину. Далее включается электродвигатель 12, причем движение реверсивное по отношению к описанному выше случаю, который через муфту 13, сообщает вращательное

движение винту 14. Далее через резьбовые отверстия в боковинах 7 и 9, мы обеспечиваем перемещение, соединенных с ними установочных элементов 8 и 10 друг от друга по направляющим 15, осуществляя, таким образом, раскрепление заготовки.» [22]

Более подробно конструкция захватного устройства представлена на чертеже в графической части данной бакалаврской работы.

3.3 Проектирование кантователя

«Данный кантователь предназначен для переворота заготовок на 180 градусов, в автоматическом режиме. Общая компоновка кантователя представлена на чертеже в графической части данной бакалаврской работы. Кантователь содержит основание 1, в виде плиты, опору 2, корпус 3, ось с приводом 4, установочные столы 5 и 6. Кантователь работает следующим образом, в исходном положении 1, рисунок 3, заготовка устанавливается на установочный стол 5, при помощи промышленного робота портального типа. Далее при помощи привода 4, корпус 3 поворачивается, и встает в положение 2, как показано на рисунке 4.» [21]

«В процессе поворота корпуса 3, заготовка под действием силы тяжести скользит по поверхности установочного стола 5, при достижении некого угла поворота заготовка соскальзывает на установочный стол 6. При этом заготовка переворачивается на 180 градусов в процессе соскальзывания. После этого промышленный робот портального типа, забирает с установочного стола 6 перевернутую на 180 градусов заготовку, для дальнейшей обработки. Такой кантователь отличается простотой конструкции и надежностью работы.» [21]

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления детали-«Форма литейная» с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 11 приведены данные по выбранной операции [7].

«Таблица 11 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Распил стальной плиты	Фрезеровщик	Фрезерный станок, с дисковой фрезой	Сталь 4X5МФС ТУ 14-2-335-72, смазки графитовые
Механическая обработка	Фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Сталь 4X5МФС, СОЖ, «ветошь» [7]

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 12 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении детали-представителя - «Форма литейная» [7].

Таблица 12 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Фрезерование черновое, чистовое, Сверление	<p>«Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов» [7]</p>	<p>«Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, зона резания, зажимные губки тисков, фрезы, сверла, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении детали-представителя - «Форма литейная». Снижение рисков достигается мерами (таблица 13)» [7].

«Таблица 13 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов	Защитный кожух на станке, ограждения	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным» [7]

Продолжение таблицы 13

«ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Инструктажи по охране труда	покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противозумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда» [7]	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблицах 14 – 17 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной

безопасности» [7].

Таблица 14 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки формы	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 15 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	«Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава» [7]

Таблица 16 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	«Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б» [7]	«Автоматические извещатели» [7]

Таблица 17 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления детали-представителя - «Форма литейная»	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 18 и 19. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 18 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления детали-представителя - «Форма литейная»	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	«Стружка Токсические испарения Масляный туман» [7]	«Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды» [7]	«Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей» [7]

Таблица 19 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления детали-представителя - «Форма литейная»
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

«Рассматривается обработка на заготовительной и многооперационной операциях. Подробно рассмотрена фрезерная операция, выполняемая на фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, которая включает переходы фрезерования и сверления. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – тиски. Инструмент фрезы концевые, сверла. Применяются материалы: Сталь 4Х5МФС ТУ 14-2-335-72, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 11)» [7] .

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для многооперационной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 12)» [7] .

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда, (таблица 13)» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления детали-представителя - «Форма литейная» (таблица 14). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 15, 16), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления детали-представителя - «Форма литейная» (таблица 17)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления

детали-представителя - «Форма литейная» на окружающую среду (таблица 18). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 19)» [7].

Выявив и проанализировав технологию изготовления детали-представителя - «Форма литейная» и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Основной задачей данного раздела является экономическое обоснование разработанного технологического процесса.

Для выполнения данной задачи необходимо проанализировать разработанный технологический процесс. Основываясь на подробном описании этого технологического процесса в предыдущих разделах бакалаврской работы, на рисунке 4, представлено краткое его описание.

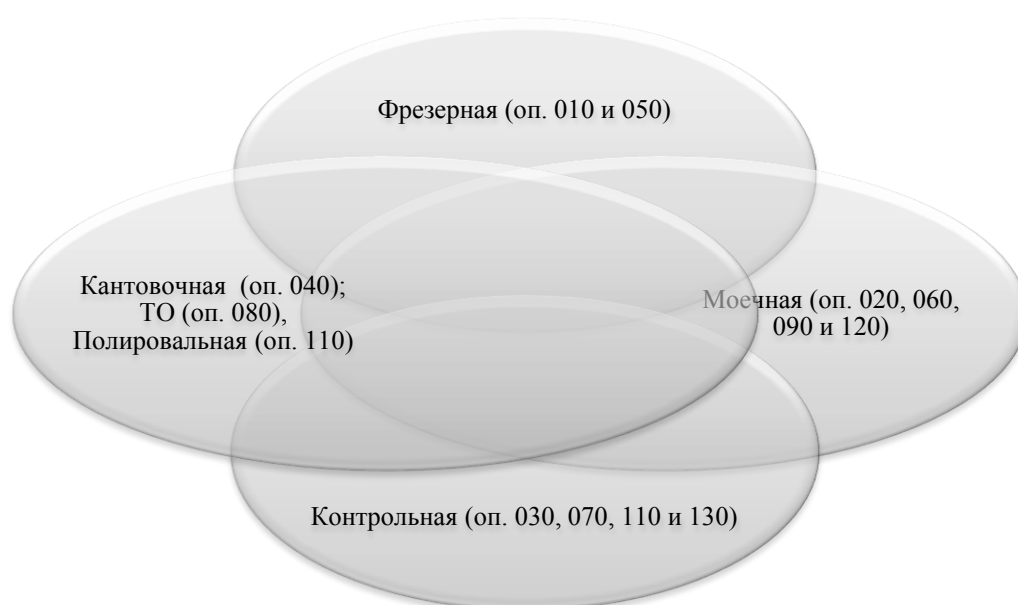


Рисунок 4 – Краткое описание технологического процесса изготовления литейной формы

На рисунке 4 представлены номера операций технологического процесса изготовления литейной формы и их названия.

Чтобы дать компетентное заключение по разработанному технологическому процессу, необходимо воспользоваться определенными материалами и информацией, которые позволят сделать необходимый вывод. Более детальное описание материалов и информации представлено на рисунке 5.

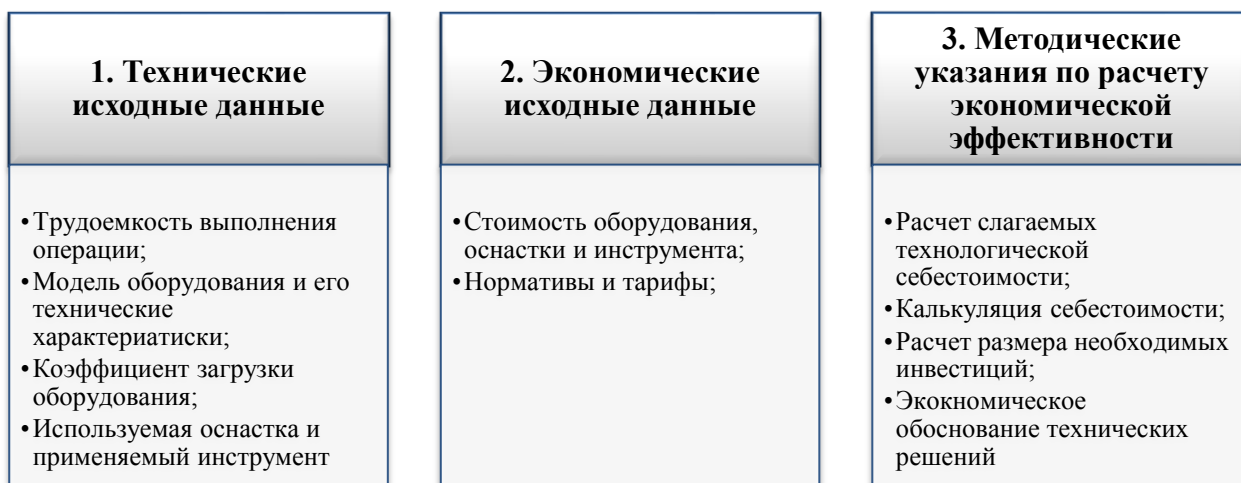


Рисунок 5 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 5, описывают совокупность необходимых данных для проведения всех соответствующих расчетов. А также показывают направление на источник, для этой информации, а именно:

– технические исходные данные – это тот материал, который можно найти в технической части бакалаврской работы. При разработке технологического процесса описывают используемое оборудование, оснастка и инструмент, рассчитывается трудоемкость выполнения предложенных операций и коэффициент загрузки этих операций. Естественно оборудование подбираю исходя из серийности производства, которые напрямую зависит от программы выпуска изделия. Что касается технических параметров используемого оборудования, то это общедоступная информация из справочной литературы.

– экономические исходные данные – это стоимостные значения оборудования, оснастки и инструмента, т.е. его цена, тарифы на энергоносители, тарифные ставки по оплате труда и всевозможные экономические коэффициенты. Эти данные, как правило, предоставляются предприятиями, соответствующими министерствами и регулируются

правительством РФ.

– методические указания по расчету экономической эффективности – это методики по расчету всех необходимых экономических показателей. По их значениям можно сделать вывод о необходимости внедрения или, наоборот, об отказе вкладывать денежные средства в данный проект. Зная методику и используя соответствующее программное обеспечение, например такое, как Microsoft Excel, можно рассчитать все итоговые показатели и сделать заключение.

Если первые два пункта: технические и экономические исходные данные, это только источники информации, а вот третий – является объектом пристального внимания. Поэтому, далее будут представлены результаты расчетов всех необходимых экономических показателей, по результатам которых будут сделаны выводы, на которые и нацелен данный раздел.

На рисунке 6 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

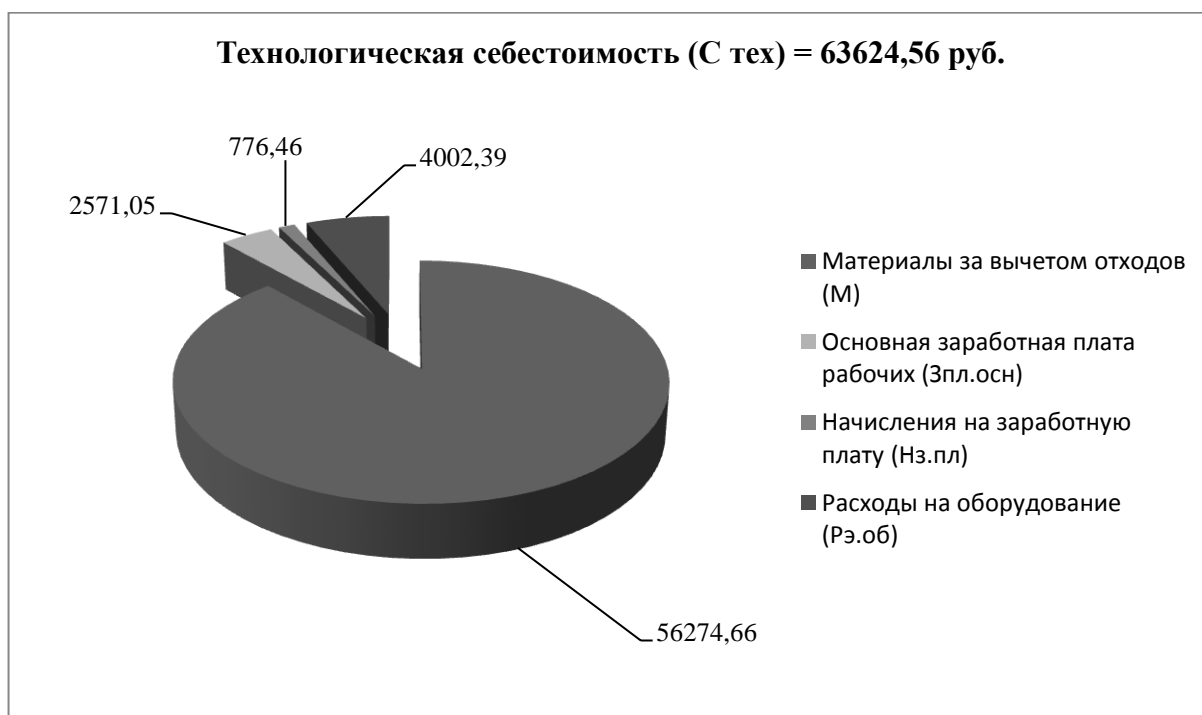


Рисунок 6 – Величина технологической себестоимости изделия по разработанному технологическому процессу, руб.

Основываясь на значениях рисунка 6 необходимо составить диаграмму долей слагаемых технологической себестоимости, которая представлена на рисунке 7.

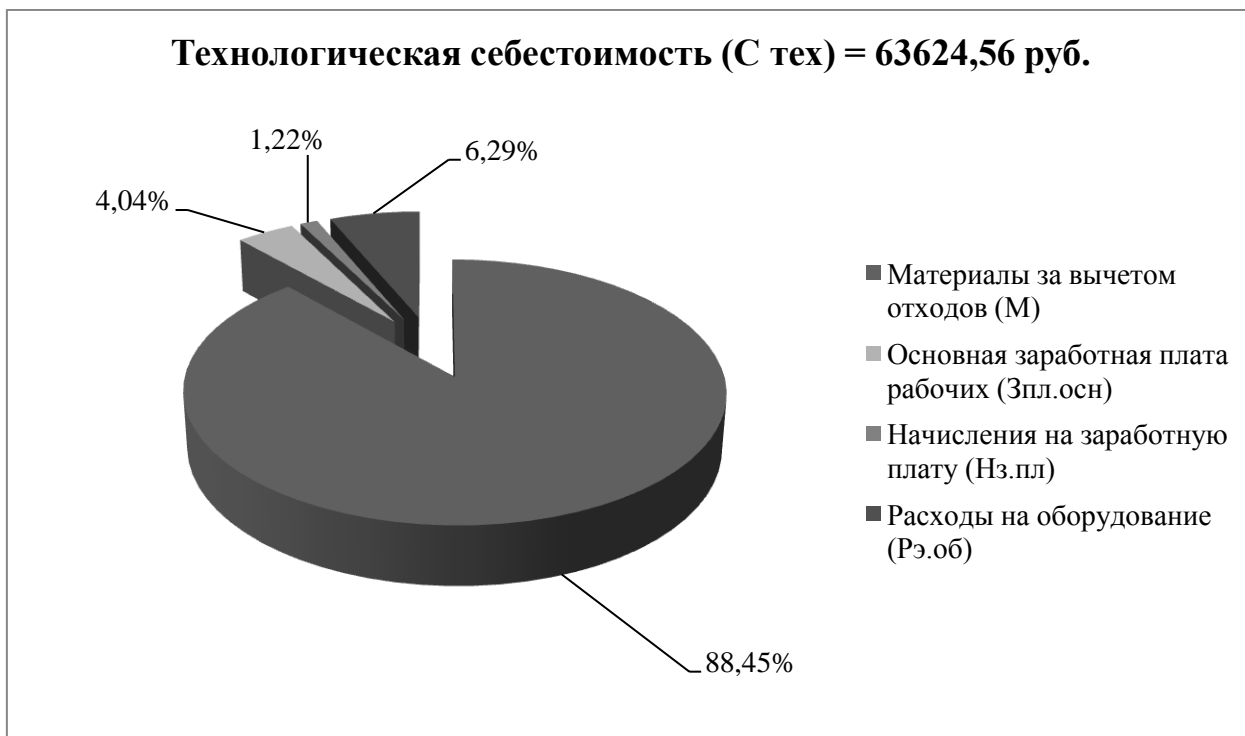


Рисунок 7 – Доли слагаемых технологической себестоимости изделия по разработанному технологическому процессу, %.

Из рисунка 7 видно, что максимальное влияние на величину технологической себестоимости оказывает такой показатель, как материалы за вычетом отходов (М), его доля в общем объеме составляет 88,45%. Такая весомость указанного значения объясняется тем, что масса производимого изделия составляет 170 кг.

Продолжая использовать методические указания, согласно п. 3 на рисунке 5, и программное обеспечение Microsoft Excel, можно рассчитать итоговые показатели экономического расчета. На рисунке 8 представлены наиболее значимые итоговые показатели, по которым формируется вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления литейной формы.

Общие капитальные вложения в разработку технологического процесса

• **Кобщ = 2920185,98 руб.**

Чистая прибыль при изготовлении изделия

• **Пчист = 732021,4 руб.**

Срок окупаемости капитальных вложений

• **T = 4 года**

Чистый дисконтируемый доход или интегральный экономический эффект

• **Эинт = 375304,2 руб.**

Индекс доходности

• **ИД = 1,13 руб./руб.**

Рисунок 8 – Значения итоговых показателей экономического расчета

Учитывая, представленные на рисунке 8 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т. к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы были решены следующие основные задачи, позволившие разработать технологический процесс изготовления детали. А именно, произведено:

- определение функционального назначения детали;
- анализ назначения отдельных элементов детали (поверхностей);
- всесторонний анализ технологических параметров, формирующий особенности по организации производства;
- выполнен чертеж детали.
- определены стратегические особенности технологии изготовления детали, на базе массовых и количественных характеристик;
- разработка последовательности технологических методов воздействия на свойства и размеры детали, представление его в работе в виде подробного плана по обработке;
- спроектирован и определен исходный полуфабрикат для изготовления детали, разработан его чертеж;
- определение оптимального оснащения технологии необходимыми типами оснастки и инструмента;
- определение параметров отдельных операций, исходя из представленной в литературе информации, выполнение чертежей наладок.
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка зажимной оснастки, выполнен ее чертеж;
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка инструмента, выполнен его чертеж.
- определены опасности;
- определены меры безопасности, определены технических средств реализующих данные меры.

Заключительной задачей для достижения цели являлось обоснование эффективности предложенной технологии по методологии определения

экономической эффективности.

В ходе работы широко использовались различные специальные инженерные программы, которые наилучшим образом способствуют улучшению качества и повышению производительности работы. Например, для выполнения графической части использовалась программа «Компас» компании «Аскон», которая является ведущим российским и мировым производителем такого рода программ. Для определения режимов обработки использовался специальный калькулятор, который является программным продуктом компании «Sandvik Coromant», которая является одним из основных производителей инструмента и оснастки для технологического оборудования во всем мире.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления литейной формы с минимальной себестоимостью достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

13 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

14 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.	Взм.	Подп.											Лист 3				
			Форма литейная														
			Обозначение документа														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						СМ		Т шт.				
Б	Код, наименование оборудования										СМ		Т шт.				
А01			100	Контрольная													
Б02				Контрольно-измерительная машина													
03																	
04																	
05 О			110	Полировальная													
06 Т				Берстак, полировальная машина													
07																	
08																	
09			120	Моечная													
10				Моечная машина													
11																	
12																	
13			130	Контрольная													
14				Контрольно-измерительная машина													
15																	
16																	
17																	
18																	
МК																	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

